

(менее 3 минут), рабочая концентрация олеиновой кислоты в разбавителе – 30–40%. Для данного экстрагента смоделирован экстракционный каскад и получены образцы европия и иттрия чистотой 99,9%.

### Заключение

Сравнение экстракционных свойств трёх карбоновых кислот: Версатик-911, каприловой и олеиновой показывает, что олеиновая кислота обладает явными преимуществами по отношению к другим карбоновым кислотам. Помимо

высокого коэффициента разделения и приемлимой емкости она не является токсичным веществом, не относится к легковоспламеняющимся жидкостям, производится в России и доступна по низкой цене. С учетом изложенного олеиновую кислоту можно рекомендовать для применения в экстракционном процессе для получения индивидуальных Eu и Y из отходов производств люминофоров.

Работа выполнена в рамках Соглашения 14.579.21.0049 с Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57914X0049.

### Список литературы

1. Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикев Ю.Б. Редкоземельные металлы. – Москва: Металлургия, 1987. – 232с.
2. Сеницын Н.М., Корпусов Г.В., Зайцев Л.М. Химия долгоживущих осколочных элементов. – Москва: Атомиздат, 1970. – 326с.
3. Литвинова Т.Е. Дисс. ... докт. техн. наук. – Санкт-Петербург: Горный университет, 2014. – 318с.

## НЕКЛАССИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТИТАНА

А.Ю. Гартман

Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель Ю.В. Передерин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, all1@tpu.ru

В результате металлотермического восстановления не удается получить титан высокой чистоты, требуемый для ряда областей применения. Для получения титана повышенной чистоты проводят рафинирование. Наиболее распространенными способами рафинирования являются методы электролитического выделения и термической диссоциации галоидных соединений титана. Чтобы не выполнять два процесса – получение чернового титана и рафинирование, можно использовать метод рафинирования как исходный процесс получения титана из его соединений.

В данной работе был исследован способ получения титана йодидным методом.

Йодидный способ получения титана основан на термической диссоциации газообразных йодидов титана на нагретой до температуры выше 1100 °С раскаленной титановой проволоке с постоянным наращиванием на ней осаждаемого металла [1].

Схема процесса йодидного способа получения титана представлена на рисунке 1.

Способ основан на применении химической транспортной реакции. Оксид титана, расположенный в зоне низкой температуры (100–200 °С), реагирует с йодидом алюминия. Оксид алюминия выпадает в осадок. Пары  $TiI_4$  переносятся к поверхности нагретой титановой проволоки, где в результате диссоциации йодида ти-

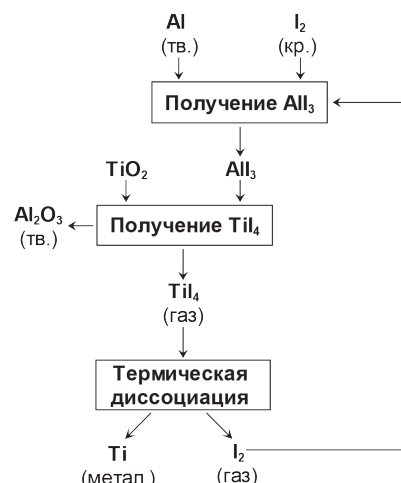


Рис. 1. Схема йодидного способа получения титана

тана осаждается металл. Освободившийся йод диффундирует к низкотемпературной зоне, где вновь вступает в реакцию с черновым титаном.

Наработка йодида алюминия происходила путем смешения порошка алюминия и кристаллического йода в фарфоровой чашке с подогревом на электроплитке. Катализатором реакции служит капельки воды. Вода взаимодействует с йодом, образовавшиеся йодсодержащие кислоты растворяют защитную окисную пленку алюминия – металл начинает бурно реагировать с йодом. Полученный йодид алюминия вместе с

диоксидом титана засыпают в цилиндрический тигель. Тигель ставится в печь, которая выполнена из муллитовых блоков; к крышке печи присоединена титановая проволока. Объем печи подогревается с помощью ТЭНов, а нагрев проволоки происходит за счёт протекания электрического тока.

В результате первичных исследований на проволоке и стенках тигля был обнаружен коричневый порошок йодида титана. Последнее связано с неравномерностью температурного режима печи.

### Список литературы

1. Зеликман А.Н. *Металлургия тугоплавких металлов: Учебник.* – М.: *Металлургия*, 1986. – 440с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИОННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ТОРИЯ И РЗЭ ИЗ МОНАЦИТА

Е.К. Грачев, В.М. Илекис, Ю.А. Яблокова, А.В. Муслимова, П.Б. Молоков

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ*

*636036, Россия, Томская область, г. Северск, пр. Коммунистический 65, e.k.grachev@gmail.com*

Развитие промышленности редкоземельных металлов является актуальной государственной программой Российской Федерации. Основным источником РЗЭ в природе является минерал монацит ((Ce, La...)PO<sub>4</sub>). В нем, помимо РЗЭ содержится некоторое количество тория (35% ThO<sub>2</sub>), иногда урана (от 0,1 до 0,3%). Большинство технологических схем подразумевает совместное извлечение U, Th и РЗЭ. В соответствии с этим возникает вопрос о дезактивации получаемых концентратов РЗЭ [1].

Содержание Th в монаците довольно велико. Изотоп Th<sup>232</sup> как и изотоп U<sup>238</sup> не делится тепловыми нейтронами. Но в реакции радиационного захвата теплового нейтрона, образует отсутствующий в природе новый делящийся нуклид U<sup>233</sup>. Поэтому разделение РЗЭ и Th может стать ключевой задачей, так как полученный Th может пойти на реализацию уран-ториевого ядерно-топливного цикла.

В растворе азотнокислого выщелачивания монацита уран, РЗЭ, торий и примесные элементы находятся в виде катионов, поэтому применение методов ионного обмена не будет эффективным. В данном случае, экстракция является наиболее полезным способом, так как необходима дезактивация РЗЭ. Либо экстракция не-

обходима в том случае, когда металлы, обладая настолько близкими свойствами, что одна операция осаждения или кристаллизации не дадут необходимой степени разделения.

Но в тоже время возникает ряд трудностей. Например, выбор экстрагента для достижения высокого коэффициента распределения. Также для экстракционного извлечения и разделения РЗЭ с помощью нейтральных экстрагентов необходимы нитратные растворы.[2]

В реальных растворах, получаемых при выщелачивании реакционной массы, содержатся ионы SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, а во многих случаях и F<sup>-</sup>, затрудняющие экстракцию вследствие образования в водной фазе прочных комплексов с РЗЭ, ураном и торием [1].

Проведение анализов осуществляется на атомно – эмиссионном спектрометре с индуктивно – связанной плазмой iCAP 6200 DUO, который основан на измерении интенсивности излучения света, испускаемого на определенных длинах волн атомами, возбужденными индуктивно – связанной аргоновой плазмой, и используется для определения концентраций исследуемых элементов [3].

Серьезной проблемой является интерференция линий спектров элементов, при атомно-э-